

Nützliche Historische Wetterdaten

Zur Debatte:

- Numerische Methoden erlauben Wetterrekonstruktion aus historischen Daten.
- Vergangene Extremereignisse können detaillierter untersucht werden.
- Historische Daten erlauben bessere Beurteilung von Wetterrisiken.

Seit der Aufklärung haben Privatpersonen und Institutionen das Wetter gemessen. Heute werden diese Daten wieder wertvoll. Sie erlauben quantitative Analysen des vergangenen Wetters und können so in die Wetterrisikobeurteilung einfließen.

Detaillierte Information zum aktuellen Wetter gehen heute zur Selbstverständlichkeit. Besonders interessieren dabei Extremereignisse – Gewitter, Stürme, Hochwasser – welche die höchsten Schäden verursachen. Solche Ereignisse sind per Definition selten, daher ist unser Verständnis der beteiligten Vorgänge immer noch lückenhaft und Statistiken unsicher. Vergangene Ereignisse bieten die Möglichkeit, sehr viele extreme Ereignisse zu analysieren. Information dazu ist durchaus vorhanden – auch oder gerade für vorindustrielle Gesellschaften waren Extremereignisse äußerst relevant und wurden genau beschrieben.

Aber wie können wir mit historischen Wetterdaten vergleichbare Auswertungen durchführen wie für aktuelle Ereignisse? Neue numerische Methoden erlauben die Rekonstruktion des dreidimensionalen Wetters bereits aus wenigen Messungen. Damit verfügen wir über eine »Zeitmachine« - und verstaubte, historische Daten erhalten damit ein ganz neues Gewicht.

In einem von der ASG, dem Oeschger-Zentrum für Klimaforschung der Universität Bern, dem Schweizerischen Nationalfonds und der Burgergemeinde Bern unterstützten Workshop wurde der Versuch gestartet frühinstrumentellen Messreihen (Messreihen vor dem Beginn staatlicher Wetterdienste um die Mitte des 19. Jahrhunderts) weltweit systematisch zu katalogisieren, um sie in weiteren Schritten zu digitalisieren und so der »Zeitmachine« zuzuführen.

»Historische Wetterdaten werden wieder wertvoll, weil die Modellierung von Wetterrisiken heute in der Lage ist, vergangene Ereignisse bereits aus wenigen Messungen zu rekonstruieren.«

Pfarrer und Gelehrte

Systematische, in Tagebüchern festgehaltene Wetterbeobachtungen reichen ins Spätmittelalter zurück und wurden ab dem 16. Jahrhundert häufiger. In der Schweiz führte der Zürcher Pfarrer Wolfgang Haller von 1545 bis 1576 ein Wettertagebuch. Erst mit der Entwicklung von Barometer und Thermometer im 17. Jahrhundert waren instrumentelle Messungen möglich. Privatpersonen und Institutionen begannen, das Wetter mit Instrumenten zu messen. John Locke, ein Vordenker der Aufklärung, führte beispielsweise in Oxford in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts meteorologische Messungen durch. In der Schweiz war Johann Jakob Scheuchzer der erste Wissenschaftler, der Messungen durchführte (vgl. Beitrag von Boscani Leoni in diesem Heft). Messungen beruhten damals meist auf der Initiative einzelner wie Pfarrer Johann Jakob Sprüngli in Gutzwiller, Reformier Heinrich Zschokke in Aarau oder Naturwissenschaftler Marc Auguste Pictet in Genf, um nur wenige zu nennen. Früh entstanden auch meteorologische Netzwerke, meist durch wissenschaftliche Gesellschaften betrieben. Das erste Netzwerk, das Rete Meteorologica Medicea, entstand in Italien um 1654, umfasste aber auch Stationen in anderen Ländern (Paris, Innsbruck, Osnabrück, Warschau). Weitere Netzwerke folgten. Am bekanntesten ist wohl das Netz der Mannheimer Gesellschaft ab 1781. Es hatte sogar Stationen in Grönland und Nordamerika.

In der Schweiz begann die Berner Ökonomische Gesellschaft im Jahr 1760 mit dem Aufbau eines Messnetzes (Abb. 1). Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft und auch Kantonale Gesellschaften betrieben ebenfalls meteorologische Netzwerke. Eines war allen Messnetzen gemeinsam: Sie schieterten jeweils nach wenigen Jahren, wenn der Elan verfliegen war und sich zeigte, dass die Sammlung und Publikation der Daten aufwändiger war als angenommen. Daher wurden die Daten auch lange nicht hoch geschätzt – heute werden sie wieder interessant.

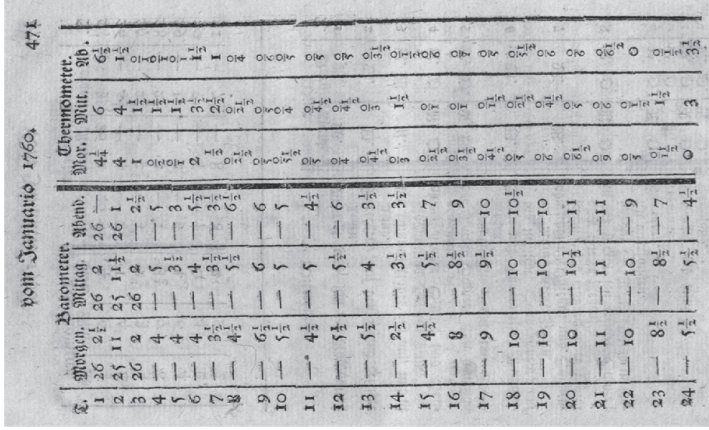


Abb. 1: (links) Meteorologische Messungen aus Bern, Januar 1760, (rechts) Regensammler der Stationen der Berner Ökonomischen Gesellschaft (aus den Abhandlungen der Berner Ökonomischen Gesellschaft 1760 resp. 1761).

Globales Unternehmen - nationale Interessen

Schon im 18. Jahrhundert wurde das Messen meteorologischer Größen zu einem globalen Unternehmen. Insbesondere die Seefahrt war auf meteorologische Information angewiesen, obgleich instrumentelle Messungen hier erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts aufkamen. Auch Plantagenbetreiber oder koloniale Administratoren führten Messungen durch.

Gemessen wurde also aus ganz unterschiedlichen Gründen: Zur Erhöhung der Sicherheit auf See, zur Förderung von Wissen, zur Steigerung der Landwirtschaft, zur Erklärung von Krankheiten, zur Beschreibung des Landes, zur Dokumentation des Reichtums von Kolonien. Diese Information über die Messungen ist genauso wertvoll wie die Messungen selber.

In Nordamerika spielte auch die Expansion nach Westen eine Rolle. Sowohl die englische Hudson Bay Company in Kanada als auch amerikanische Militäreinheiten betrieben Messstationen in ihren Forts. In den 1840er Jahren übernahm die Smithsonian Institution die Organisation eines staatlichen Netzes. In Europa kam der Aufbau staatlicher Messnetze mit dem Aufkommen des Nationalstaats. Mit neuen politischen

Verantwortlichkeiten und neuen Aufgaben wurde der Betrieb eines Messnetzes endlich möglich. Um die Jahrhundertmitte entstanden staatliche meteorologische Institute in Preussen, Österreich und anderen Ländern. Das Schweizer Messnetz begann im Dezember 1863 im Auftrag des Bundes, betrieben durch die Naturforschende Gesellschaft, deren meteorologisches Büro bald zur Meteorologischen Zentralanstalt wurde.

Eine internationale Koordination erfolgte erst zögerlich. Auch hier ging die Seefahrt voran, welche mit der Brüsseler Konferenz von 1853 Standards festlegte. Die Internationale Meteorologische Organisation (1873) war eher ein Gefäss des Austauschs zwischen den Direktoren der Wetterdiensten und vermochte nicht, Standards zu etablieren.

»In Europa kam der Aufbau staatlicher Messnetze mit dem Aufkommen des Nationalstaats.«

Frühinstrumentelle meteorologische Daten der Schweiz

Im durch den Schweizerischen Nationalfonds unterstützten Projekt CHIMES sammelt ein Team der Universität Bern frühinstrumentelle meteorologische Daten aus der Schweiz, also sämtliche Messungen, welche vor 1863, dem Beginn des von MeteoSchweiz betriebenen Netzes, gemessen wurden. In zahlreichen Archiven fanden sich Hinweise auf insgesamt über 300 Messreihen (Abb. 2). Einige davon umfassen nur wenige Jahre, andere mehrere Jahrzehnte. Zwar konnten bisher nicht alle Daten gefunden werden, aber ein grosser Teil der Originaldaten wurde fotografiert und die Werte werden nun digitalisiert.

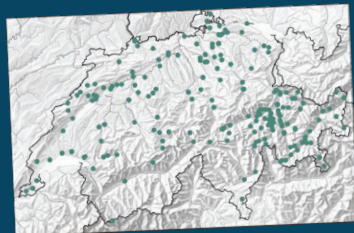


Abb. 2: Frühinstrumentelle meteorologische Reihen in der Schweiz

Datensammler

Daten wurden von Beginn weg ausgetauscht und gesammelt. Bereits die erste Ausgabe (im Jahr 1665) der *Philosophical Transactions*, der ersten Fachzeitschrift der Welt, enthielt Druckmessungen. Auch Vergleiche von Messungen an verschiedenen Orten wurden publiziert. Der Breslauer Arzt Johann Kanold veröffentlichte ab 1717 Daten eines europaweiten Netzes (unter anderem mit Scheuchzer's Messungen aus Zürich). Auch die Berner Ökonomische Gesellschaft und die Mannheimer Gesellschaft veröffentlichten ihre Daten (Abb. 1) und machten sie so der Community zugänglich. Bereits



Abb. 3: Gustav Hellmann (Foto Rudolf Dührkoop).

um 1800 wurden dadurch relativ viele Daten greifbar, so dass eine «Zusammenschau» möglich wurde. Humboldt zeigte 1817 anhand einer Zusammenstellung von 13 Messreihen, dass Linien gleicher Temperatur über Europa weit nach Norden verschoben sind. Im »Berg-haus-Atlas«, der zwischen 1838 und 1848 erschien und Humboldt's Kosmos begleitete, sind bereits über 300 Temperaturmessstationen aufgelistet. Wilhelm Dove schliesslich publizierte 1852 einen Klima-atlas beruhend auf ca. 1000 Stationen.

Mit dem Beginn staatlicher Wetterdienste wurden auch ältere Daten aufbereitet. Die ersten Ausgaben der »Annalen« der Meteorologischen Zentralanstalt enthalten Tabellen mit älteren Daten, allerdings längst nicht aller Stationen. Der deutsche Meteorologe Gustav Hellmann (Abb. 3) machte in den 1920er Jahren den Versuch, ein globales Inventar der frühinstrumentellen Messreihen zu machen, ohne allerdings die Messreihen selber zu sammeln. Um die gleiche Zeit trug auch der Direktor der Zentralanstalt, Robert Billwiller jun., eine Liste aller Schweizer Messungen zusammen. Zwar sind diese Listen nicht vollständig, sie geben aber wichtige Anhaltspunkte

Wetterrekonstruktion

Von den digitalisierten Daten zur Wetterrisikokarte ist ein weiter Weg. Zunächst gilt es, die Daten zu prozessieren, das heisst, alte Einheiten umzuwandeln und Korrekturen vorzunehmen, sowie zu homogenisieren. Für die Wissenschaft haben insbesondere lange Messreihen einen grossen Wert; an ihnen kann direkt die Variabilität von Wetter und Klima – inklusive Extreme-reignisse – analysiert werden.

Die meisten Anwendungen in der Klimatologie bevorzugen aber gegitterte, raumfüllende Wetterdatenprodukte. Mit Verfahren der Datenassimilation können bereits für das 19. Jahrhundert globale, dreidimensionale Wetterrekonstruktionen erstellt werden. Datenassimilation ist die Kombination von Messdaten mit einem numerischen Wettervorhersagemodell. Dabei wird das Modell durch stetiges leichtes Korrigieren dazu gebracht, alle Messungen innerhalb derer Fehlerbreite sowie der Fehlerbreite des Modells wiederzugeben. Das Produkt, eine sogenannte »Reanalyse«, behält dabei gleichzeitig seine Charakteristika als Modell Datensatz, ist also dreidimensional, lückenlos und physikalisch konsistent. Somit erhält man eine beste Schätzung des Atmosphärenzustands aus Messungen und der bekannten Physik der Atmosphäre.

Der Ansatz wurde in den letzten Jahren so weit entwickelt, dass bereits einige Dutzend Luftdruckmessungen ausreichen, um brauchbare Rekonstruktionen zu erhalten. Die »Twentieth Century Reanalysis« (20CR), eines dieser Produkte, reicht zurück bis 1850. Als Beispiel ist in Abb. 5 die meteorologische Situation, welche im Juni 1910 zu einem Hochwasser auf der Alpennordseite führte, dargestellt. Der 20CR Datensatz zeigt ein Höhentief über Norditalien und grossräumige Hebung auf dessen Vorderseite.

«Durch diese Kette von modellierten Prozessen werden historische Wetterdaten für die heutige Wetterrisikenabschätzung nützlich.»

Mit diesen globalen, grob aufgelösten Daten kann ein Starkniederschlagsereignis noch nicht detailliert dargestellt werden. So sind gerade für Starkniederschlagsereignisse die topographischen Gegebenheiten sehr wichtig – sie verstärken die Hebung und können Konvektion auslösen, wie auch in diesem Fall. Mit einem dynamischen Downscaling – der räumlichen Verfeinerung mittels Einbettung eines regionalen Wettervorhersagemodells in einen gröber aufgelösten Datensatz – können aber sogar auf der Skala von Kilometern realistische Rekonstruktionen erzielt werden. Anhand des selben Beispiels wird dies in Abb. 5 (rechts) anhand des Wettermodells WRF gezeigt, mit dessen Hilfe der 20CR Datensatz in mehreren Schritten herunterskaliert

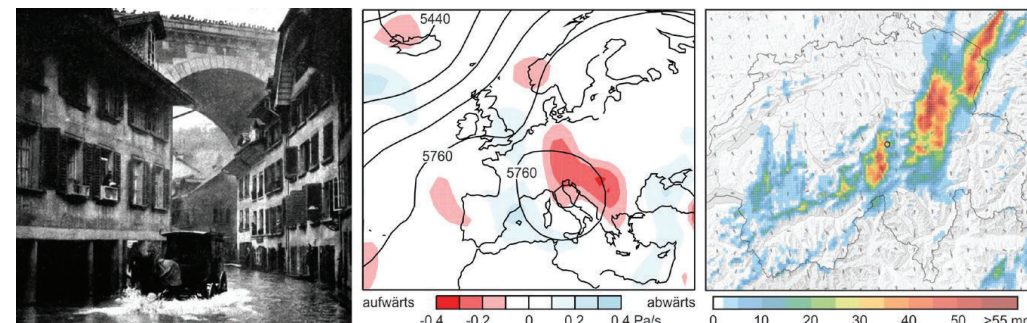


Abb. 5: (links) Hochwasser am 14. Juni 1910 in Bern (Hinkender Bot), (Mitte) Rekonstruktion des Wetters über Europa in 20CR (geopotentielle Höhe und Vertikalbewegung auf 500 hPa) um 12 UTC, (rechts) stündlicher Niederschlag über der Schweiz um 15 UTC im Downscaling mit WRF (Daten von Peter Stucki, Universität Bern).



Abb. 4: Thermometer, Annalen des russischen Messnetzes 1879 und Lochkarten, altes Lochstreifenlesegerät (Fotos: Andrea Kaiser)

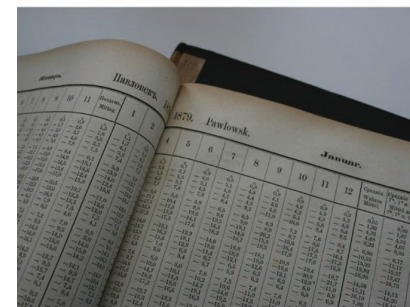
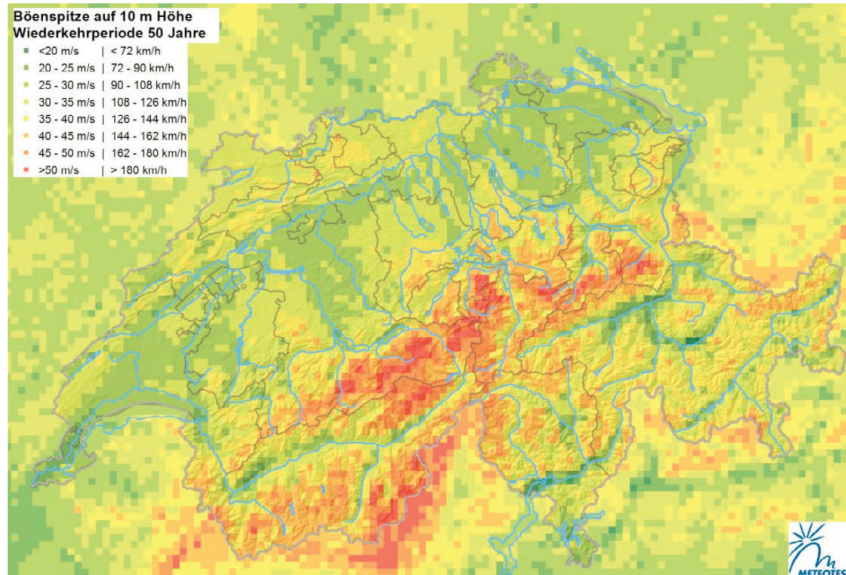


Abb. 6: Sturmgefährdungskarte der Schweiz. Dargestellt sind Böenspitzen von Winterstürmen auf 10 m Höhe mit Wiederkehrperiode von 50 Jahren (Silke Dierer, Meteotest; Peter Stucki, Universität Bern)



wurde. Solche Daten können wiederum von hydrologischen Modellen weiter verwendet werden und dann Abflüsse und Seespiegel simuliert werden.

Durch diese Kette von modellierten Prozessen werden historische Wetterdaten für die heutige Wetterrisikenabschätzung nützlich. Gleichzeitig erlauben solche Modellketten die Schliessung des Kreises: Das modellierte Hochwasser kann dann wiederum mit historischen Schadensdaten verglichen werden und kann somit auch der historischen Forschung dienen. Dadurch erhalten historische Daten – Wetterdaten, aber auch Information zu Schäden – eine neue Anwendung, und es entsteht eine neue Zusammenarbeit zwischen KlimatologInnen und HistorikerInnen.

Wenn solche Simulationen nicht nur für ein vergangenes Ereignis, sondern für viele Ereignisse durchgeführt wird, können daraus Statistiken erstellt werden. Die Sturmgefährdungskarte der Schweiz ist so entstanden.

Gegen hundert Winterstürme aus den letzten 140 Jahren wurden in 20CR analysiert und dann mit WRF herunterskaliert. Aus der Statistik der stärksten dieser Stürme konnte eine Sturmrisikokarte erstellt werden (Abb. 6). So dienen historische Wetterdaten der heutigen Risikoabschätzung.

Ziel des durch den Workshop gestarteten Projekts ist es, den Weg zu bereiten für eine Verbesserung und Ausweitung von historischen Reanalysen zurück ins 18. Jahrhundert. Der erste Schritt dazu ist die Suche nach historischen Wetterdaten.

Stefan Brönnimann
Geographisches Institut der Universität Bern

Literatur

Brönnimann, S., Martius, O. & Dierer, S. (2014). Die Wetter-Zeitmaschine. Physik in unserer Zeit, 45, 84–89.

Edwards, P. N. (2010). A Vast Machine: Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming. Cambridge, MA: MIT Press.

Hupfer, F. (2015). Das Wetter in Tabellen. Christian Gregor Brügger und die Institutionalisierung der Meteorologie. In: Kupper, P. & Schär, B.C. (Hg.): Die Naturforschenden. Auf der Suche nach Wissen über die Schweiz und die Welt, 1800-2015. Baden, 51–67.

Krempel, L. et al. (2006). Die «Europäische Gelehrtenrepublik» des 18. Jahrhunderts. Frankfurt am Main, Campus.

Lüdecke C. (2010). Von der Kanoldsammlung (1717-1730) zu den Ephemeriden der Societas Meteorologica Palatina (1781-1792). In: Popplow, M. (Hrsg.). Landschaften ararökonomischen Wissens. Waxmann, 97–119.

Pfister C. (1975). Agrarkonjunktur und Witterungsverlauf im westlichen Schweizer Mittelland, 1755-1797. Lang Druck AG: Liebefeld/Bern.

Stucki, P. et al., (2012). Weather patterns and hydro-climatological precursors of extreme floods in Switzerland since 1868. Meteorol. Z., 21, 531-550.

Weiterführende Links

Wetterdaten digitalisieren: www.oldweather.org

Von historischen Wetterdaten zur Risikokarte: youtu.be/Vw3dSUwbZw

Was ist eine Reanalyse: www.youtube.com/watch?v=Ux46HVU7H_g

Interaktive Visualisierung einer Reanalyse: earth.fdn-dev.iwi.unibe.ch/

Euro-Climhust Datenbank: www.euroclimhist.unibe.ch/de/

Sturmgefährdungskarte: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren.html>